

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-131700

⑮ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)6月13日

H 04 R 17/00  
G 01 N 29/04

3 3 2

6824-5D  
B-6752-2G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全9頁)

⑭ 発明の名称 超音波探触子及びその製造方法

⑯ 特 願 昭60-271961

⑰ 出 願 昭60(1985)12月3日

⑱ 発 明 者 小 島 正 狭山市大字上広瀬1275番地の2 日本電波工業株式会社狭山工場内

⑲ 出 願 人 日本電波工業株式会社 東京都渋谷区西原1丁目21番2号

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

超音波探触子及びその製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 複数の微小圧電片を板面方向に充填材にて連結して複合圧電板とし、該複合圧電板の両主板面に超音波発生用の駆動電極を形成したことを特徴とする超音波探触子。

(2) 第1項記載の特許請求の範囲において、前記駆動電極は少なくとも一方の主板面にて環状電極であることを特徴とする超音波探触子。

(3) 第1項記載の特許請求の範囲において、前記駆動電極は少なくとも一方の主板面にて同心円上の複数の円環状電極であることを特徴とする超音波探触子。

(4) 第1項記載の特許請求の範囲において、前記駆動電極は両主板面にて交叉する列状電極であることを特徴とする超音波探触子。

(5) 一枚の圧電板を基台に固着して複数の微小圧電片に分割し、各微小圧電片間の溝に充填材

を設けて各微小圧電片を板面方向に連結して複合圧電板を形成し、その後、該複合圧電板に超音波発生用の駆動電極を形成したことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(発明の利用分野)

本発明は、医療、工業、水産業等の各種産業用の超音波装置に超音波の送受波部として使用される超音波探触子を利用分野とし、特に、超音波の発生源となる探触子用の複合圧電板に関する。

(発明の背景)

一般に、超音波探触子は、例えば人体、金属、水中等の被検出体に超音波を送出し、その反射波を受入して、被検出体の疾患部、欠陥部、障害物等を探索する超音波装置の送受波部として広く利用されている。そして、これらの超音波探触子には、用途、目的等に応じて超音波を送受波する種々の形態があり、例えば遠近自在に探索可能とした超音波探触子にあっては、超音波の送受波方向に対して焦点距離を可変できるようにした可変

焦点型探触子がある。

(従来技術)

第5図(a)は、可変焦点型探触子の一般的な一例を示す図で、特に超音波の発生及び受入源である探触子用圧電板の図である。

即ち、この可変焦点型探触子は、素材をジルコン酸チタン酸鉛(以下、PZTとする。)として両主板面に電極30が形成された円板状圧電板31とこれを取り巻く複数の円環状圧電板32(32a、32b、32c)とを同心円状に配列して探触子用圧電板とし、第5図(b)の断面図に示したように、円板状及び環状圧電板31、32に信号導出入用リード線33をそれぞれ接続し、超音波送受波面側となる一方の板面側に音響マッチング層34、他方の板面側にバックリング材35を取着し前記超音波送受波面側を前面にして図示しないケースに封入している。そして、この超音波探触子は、第6図に示したように、円板状及び環状圧電板31、32が、例えば遅延線36a、36b、36c、36dを通して遅延量(位相)の

異なる電気パルスを印加されてそれぞれ独立した振動子として動作し、円板状及び環状圧電板31、32から送受される超音波ビームが所定の位置にて焦点Fを結ぶように駆動される。そして、この可変焦点型探触子にあっては、円板状及び環状圧電板31、32に印加される電気パルスの遅延時間を所定の時間に設定することにより、超音波ビームの焦点距離を自在に制御でき、特に、波検出体の超音波送受波方向における任意の場所を探索可能としている。

(従来技術の欠点)

ところで、このような可変焦点型探触子の焦点距離を可変し良好な音場特性を得て有効な位相制御を行うためには、円板状及び環状圧電板31、32の相互間隔Dを被検出体となる人体、金属、水等の媒質中の超音波の波長 $\lambda$ よりも小さいことが望ましいとされている。例えば、水中あるいは人体を媒質とした場合には超音波の音速が1500m/secであるので、周波数が3MHzの波長 $\lambda$ は0.5mm以下となる。このため、円板状

3

及び環状圧電板31、32の相互間隔Dは0.5mm以下にすることが望ましいが、実際には製造上の問題等で、この相互間隔Dは通常波長 $\lambda$ の2~4倍程度に選定され、例えば円板状及び環状圧電板31、32が点音源とならずに音場特性の先端にグレーティングロブ等が発生する原因となっていた。そして、この場合にあっては、PZTや圧電セラミックス等の圧電体を径の異なる複数の環状に形成し、相互間隔Dを一定にして同一板面上に配列することは極めて困難であるので、円板状及び環状圧電板31、32の焦点Fが一致しなくなったりし、前記グレーティングロブ等の発生と併せて音場特性を劣化させ高品位の情報を得ることができない欠点があった。

又、一般に円板状及び環状圧電板31、32の厚み $t$ と幅 $w$ との比 $w/t$ を0.6以下にすることが、厚みに対する幅方向の振動を抑制し、不要超音波の発生を防止するとされている。しかし、前述の周波数を3MHzとした環状振動子の厚み $t$ は略0.7mmとなるので、 $w/t$ は略1~2.

4

8となり規定値の0.6以下を満足しなくなって不要超音波を発生し、前述同様に音場特性を低下させていた。このため、例えば第7図の断面図に示したように、円板状及び環状圧電板31、32に周囲する溝37を設けて $w/t$ を規定の0.6以下とした複数の分割圧電板38を形成し、この複数の分割圧電板38から円板状及び環状圧電板31、32を構成することが考えられる。しかし、この場合には、前述した以上に円板上及び環状圧電板31、32を分割することが困難になるので、実用上適さない製造上の問題があった。

又、特に、上述した製造上の問題を解決するために、例えば第8図(a)の平面図、同図(b)の断面図に示したように、一枚の圧電板39に円板状電極40と複数の環状電極41(41a、41b、41c)とを同心円状に形成して、円板状及び環状電極40、41の設けられた圧電板部分をそれぞれ一つの独立した円板状及び環状圧電板とみなし、円板状及び環状圧電板を前述したように、位相制御して可変焦点型探触子としたものが

ある。しかし、この場合には、円板状及び環状圧電板が同一素材の圧電材にて連結されているため、円板状及び環状圧電板が相互に干渉して音場特性を極度に劣化させ、特に高品位の情報が必要とする超音波装置には実用上供し得ない欠点があった。

#### (発明の目的)

本発明は、製作が容易で、振動子を任意の形状に配列でき、音場特性が良好な超音波探触子及びその製造方法を提供することを目的とする。

#### (発明の特徴)

本発明の第1の発明は、複数個の微小圧電片を板面方向に充填材にて連結して複合圧電板を形成し、該複合圧電板の両主板面に超音波発生用の駆動電極を形成したことを特徴とする。

本発明の第2の発明は、一枚の圧電板を基台に固着して複数個の微小圧電片に分割し、各微小圧電片間の溝に充填材を設けて各微小圧電片を板面方向に連結して複合圧電板を形成し、その後、該複合圧電板に超音波発生用の駆動電極を形成した

ことを特徴とする。

#### (第1発明の実施例)

第1図は、本発明の第1の発明の一実施例を説明する超音波探触子の図である。尚、第1図(a)は音響マッチング層及びバックキンを除く平面図、同図(b)は同図(c)のA-A'断面図、同図(c)は同図(a)の点線枠イで示す一部拡大平面図である。

即ち、この超音波探触子は、一辺を略0.15mmとして、幅 $w$ と厚み $t$ との比を0.6以下とした例えばPZTからなる微小圧電片1(以下圧電片1とする。)をバックキ材2の平坦面上に所定の間隔 $D1$ で行列的に二次元状に並べている。尚、間隔 $D1$ は圧電片1の幅 $w$ とギャップ $d$ との和 $w+d$ とし、この間隔 $D1$ は使用する超音波の波長 $\lambda$ より小さい。そして、各圧電片1のギャップとなる各溝3には、音響インピーダンスをこの圧電片1より充分小さな値としたエポキシあるいはシリコン樹脂等の充填材3が埋設され、各圧電片1を連結して圧電片1の集合によるシート状

7

の複合圧電板4を形成している。この複合圧電板4のバックキ材側の一方の主板面には、複数の圧電片1を駆動して超音波を発生させるための駆動電極として、板面中央に直径を略3mmとした円形状電極5及びこれを取り巻き順次直径が大となりその幅が小となって、前記円形状電極5と面積が等しい複数の環状電極6(6a、6b、6c)が、例えば印刷焼付けにより形成されている。そして、他方の主板面側には、前記円形電極と対をなす側のアース電位となる駆動電極として全面電極7が同様に印刷焼付けにより形成され、更に、この全面電極7上にはエポキシ樹脂等の音響マッチング層8が膜厚との整合条件を満たすインピーダンス値に選定されて均一な厚みで例えばコーティングにより施されている。尚、円形状及び環状電極5、6の間隔 $D2$ は使用する超音波の波長 $\lambda$ より小さく設定されている。そして、円形状電極5、各環状電極6及び全面電極7からは図示しない送受回路側と接続する信号導出入用のリード線がそれぞれバックキ材2内を通して外部

8

に導出されている。

そして、この超音波探触子は、前述した第2図にて説明したように、異なる時間の遅延量に設定された遅延線を通した電気パルスにより、円板状及び各環状電極5、6部の複合圧電板部分(以下、環状複合振動子とする。)の複数の圧電片1が励振駆動されて超音波を被検出体へ送出し、前記遅延量で定まる所定の位置で焦点を結んでその位置における情報を反射波として受入し、この反射波を電気的な情報パルスに変換する。尚、この情報パルスは図示しない超音波装置の本体にて解読並びに表示が行われ、被検出体内における疾患、欠陥部等の状況を的確に知らしめる。

従って、この実施例の超音波探触子によれば、次の実施例効果を生ずる。即ち、

(イ)、複合圧電板4の主板面に円板状及び環状電極5、6が形成されているので、円板状及び環状複合振動子の相互間隔 $D2$ を一定にして容易に配列することができる。

(ロ)、円板状及び環状複合圧電板が、厚み $t$ に

対する幅  $w$  の比  $w/l$  が  $0.6$  以下の複数の圧電片 1 からなるので、円板状及び環状複合振動子の特に幅方向の振動を抑制し、不要超音波の発生を防止する。

ハ)、充填材 3 の音響インピーダンスが圧電片 1 より充分小さいので、圧電片間の相互干渉を防止する。

ニ)、圧電片 1 の相互間隔  $D_1$  を超音波の波長  $\lambda$  以下とし各圧電片 1 を点音源としているので、円板状及び環状複合振動子は単一圧電板と同等の特性を有する。又、円板状及び環状複合振動子の相互間隔  $D_2$  も超音波の波長  $\lambda$  以下としているので、音場特性を損なうことがない。

ホ)、円板状及び環状電極 5、6 の面積を一定にしたので、円板状及び環状複合振動子の入出力インピーダンスを一定にでき、送受波回路側との整合を取り易い。

等の実施例効果を生ずる。

尚、本実施例では、複合圧電板の一方の主板面にアース電位となる全面電極 7 を設けたが、一方

の主板面に形成した円板状及び環状電極 5、6 に対向する電極としてもよい。

(第 1 発明の他の実施例)

以下、本発明の超音波探触子に係わる他の実施例を図により説明する。尚、他の実施例の説明にあっては、バックリング材、音響整合層は前記実施例と略同用であるので、その部分の図及び説明は省略する。

#### 他の実施例 (1)

第 2 図は本発明の他の実施例を示す超音波探触子の図で、同図 (a) は音響整合層を除く平面図、同図 (b) は同図 (a) の B-B' 断面図、同図 (c) は同図 (a) の点線枠 (ロ) で示す部分の一部拡大図である。

即ち、この超音波探触子は、複数の圧電片 1 を充填材 3 にて板面方向に連結した複合圧電板 4 を四角形とし、一方の主板面に複数列の十側の列状電極 10 を形成し、他方の主板面に前記十側の列状電極 10 と直交して交叉し、アース電位となる一側の列状電極 11 を形成して、十側並びに一側

11

の列状電極 10、11 からそれぞれ信号導出入用のリード線 9 を外部に導出したものである。尚、この複合圧電板 4 にあっても、前述同様、圧電片 1 の相互間隔及び列状電極 10、11 部分の圧電体部分を独立して動作する振動子とした列状振動子相互間隔を超音波波長  $\lambda$  以下とし、各列状電極 10、11 の面積を等しくしている。そして、この超音波探触子は、十側と一側との列状電極 10、11 が交叉する部分の圧電体部分が独立した交叉振動子となり、十側と一側と駆動電極を選択することにより所定の交叉振動子が動作され、被検出体の任意の部分の超音波探索をおこなう。勿論、各列状電極 10、11 に遅延パルスを加えて、交叉振動子あるいは所定の交叉振動子のグループを順次動作させ、被検出体の各部を系統的に探索できることはいふまでもない。

従って、この実施例にあっても、前記実施例と同様に、

イ)、複数の圧電片 1 を充填材 3 にて結合した複合圧電板 4 としているので、列状電極 10、

12

11 を形成して列状振動子の間隔  $D_2$  を一定にして配列できる。

ロ)、各列状振動子は、 $w/l$  が  $0.6$  以下の複数の圧電片 1 からなるので、幅方向の振動を抑制できる。

ハ)、充填材 3 の音響インピーダンスが圧電片 1 より充分小さいので、圧電片間の相互干渉を防止する。

ニ)、圧電片 1 及び列状振動子の相互間隔  $D_1$ 、 $D_2$  をそれぞれ超音波の波長  $\lambda$  以下としているので、単一圧電板と同等の特性を有し、音場特性の乱れを防止する。

ホ)、各列状電極 10、11 の面積を等しくしたので、列状振動子の入出力インピーダンスを一定にでき送受波回路側との整合をとり易い。

等の実施例効果を得ることができる。

#### 他の実施例 (2)

第 3 図は本発明の更に他の実施例を示す超音波探触子の図である。尚、第 3 図 (a) は超音波探触子の平面図、同図 (b) は同図 (a) の C-C'

断面図、同図 (c) は同図 (a) の点線枠 (ハ) で示す一部拡大図である。

即ち、この超音波探触子は、複数の圧電片 1 を充填材 3 により集合した複合圧電板 4 に超音波発生用の電極を形成し、この複合圧電板 4 を一次元方向に列状にして配列される複数個に分割して複合分割圧電板 1 2 (以下、分割複合板 1 2 とする。) を形成し、各複合圧電板 1 2 に遅延パルスを加えて順次駆動し、リニア、セクター型として使用される配列型探触子としたものである。なお、この実施例にても、分割複合板 1 2 は、圧電片 1 及び分割複合板 1 2 の相互間隔を超音波波長以下とし、各分割複合板 1 2 の面積を等しくしている。

従って、この実施例にあっては、

- イ)、圧電片 1 の相互間隔 D1 をそれぞれ超音波の波長以下としているので、単一圧電板と同等の特性を有し、音場特性の乱れを防止する。
- ロ)、各分割複合板 1 2 は、 $w/l$  が 0.5 以下の複数の圧電片 1 からなるので、幅方向の振動

を抑圧して不要超音波の発生を防止する。

ハ)、音響インピーダンスが圧電片 1 より充分小さい充填材 3 にて連結しているので、圧電片間の相互干渉を防止する。

ニ)、分割複合板 1 2 を駆動する電極の面積を等しくしたので、各複合圧電板 1 2 の入出力インピーダンスを一定にでき送受波回路側との整合をとり易い。

等の実施例効果を生ずる。

(他の事項)

尚、上記の各実施例にあっては、複合圧電板 4 が形成される圧電片 1 を、大きさが等しい四角形の PZT からなる微小片としたが、例えば圧電片 1 を圧電セラミックスとして円形状としてもよく、又、圧電片 1 の大きさは一定でなくそれぞれ異ならせて超音波の周波数帯域を広げてよい。又、上記実施例にあっては、複合圧電板 4 に円形状及び環状電極 5、6、列状電極 10、11 等を形成した超音波探触子について説明したが、本発明はこれらの超音波探触子に限定されることなく、

15

各種用途に応じた超音波探触子に適用され、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で適宜自在に利用することができる。

(第 2 発明の実施例)

以下、本発明の第 2 の発明に係わる超音波探触子の製造方法について、第 4 図を参照して説明する。

尚、この実施例にあっては、第 1 の発明の第 1 実施例に対応する超音波探触子の製造方法として説明する。

#### 工程 1

先ず、第 4 図に示したように、厚みを  $t$  とした PZT からなる一枚の正形状の圧電板を、圧電片 1 の相互間隔  $D$  が 0.15 mm 以下の充分小さい細の目状に切断分割する。尚、各々の切断された圧電片 1 が離散しないように、予め、圧電板の底面を基台 14 上に例えば熱に溶解するような接着剤やニカワ等で固着して切断する。但し、第 4 図 (a) は平面図、同図 (b) は断面図、同図 (c) (d) は同図 (a) (b) の一部拡大図で

16

ある。

#### 工程 2

次に、この切断によって生じた各圧電片間のギャップとなる溝 15 にこの圧電板より充分小さな音響インピーダンス値のエポキシあるいはシリコン樹脂等の充填材 3 を埋設して各圧電片 1 を板面方向に連結し、複数個の小さな圧電片 1 の集合によるシート状の複合圧電板 4 を形成する(第 4 図 (e) (f) の一部拡大図及び断面図)。

#### 工程 3

次に、充填材 3 が硬化して複数の圧電片 1 が連結された頃合を見計らって、複合圧電板 4 の接着剤が施された底面を熱溶解して複合圧電板 4 を基台 14 から取外す。そして、複合圧電板 4 の両主板面を洗浄して所定の厚みに研磨する(第 4 図 (g) (h) の一部拡大平面図及び断面図)。

#### 工程 4

次に、複合圧電板 4 の一方の主板面の中央に、円形状電極 5、更にこの円形状電極 5 を取り巻く外周に、順次直径が大きく幅が小さくなって前記

円形状電極の面積と等しい円環状電極 5 (5 a、5 b、5 c) を印刷焼付けにより形成する。そして、他方の主板面には、その全面にアース電位となる全面電極 7 を前記同様印刷焼付けにより形成する。尚、円形状電極 5、複数の環状電極 5、全面電極 7 には信号導出入用のリード線 9 がその端部から導出される「第 4 図 (i) (j) の一部拡大平面図及び断面図」。

#### 工程 5

次に、前記信号導出入用のリード線 9 を通して、全面電極 7 側をアース電位となる一側、円形状及び環状電極 5、6 側を十側として、分極処理を施す。

#### 工程 6

最後に、前述した第 1 図に示したように、複合圧電板 4 の全面電極 7 側が形成された一方の主板面側に媒質との整合条件を満たすインピーダンス値に選定された音響マッチング層 8 を均一な厚みで例えばコーティングにより形成し、他方の主板面側にバッキング材 2 を形成する。尚、円板状及び環

状電極 5、6、全面電極 7 と接続した信号導出入用のリード線はそれぞれバッキング材内を通して外部に導出される。

従って、この実施例による超音波探触子の製造方法によれば、

イ)、一枚の圧電板を基台 1 4 に固着して複数個の圧電片 1 に切断分割して複合圧電板 4 を形成したので、複数の圧電片を同一板面内にして均一に配置できる。

ロ)、複合圧電板 4 の主板面に円板状及び円環状電極 5、6 を形成して超音波探触子を形成したので、円板状及び環状複合振動子を所定の間隔にして確実に配列できる。

ハ)、複合圧電板に円板状及び円環状電極 5、6 を形成した後、複合圧電板 4 の円板状及び環状電極部分の各圧電片に分極処理を施したので、円板状及び環状電極部分以外の圧電片 1 は分極されず、円板状及び環状振動子の独立性を増長できる。

等の実施例効果を生ずる。

19

尚、この実施例にあっては、第 1 の発明の第 1 実施例に対応する超音波探触子の製造方法として説明したが、第 1 の発明の他の実施例に対応した超音波探触子の製造方法にも適用できることはいうまでもなく、例えば板面を曲面状にしたりしてその他種々の形態の超音波探触子の製造方法に適用できる。又、この実施例にあっては、複合圧電板を形成した後、分極処理を施したが、本発明は、予め分極された圧電板から複合圧電板を形成したとしても、これを本発明の技術範囲から除外するものではない。

(発明の効果)

本発明は、複数の圧電片を板面方向に充填材にて連結して複合圧電片とし、該複合圧電板の両主板面に超音波発生用の駆動電極を形成したので、製作が容易で、振動子を任意の形状に配列でき、音場特性が良好な超音波探触子を提供できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の第 1 発明の 1 実施例を説明する超音波探触子の図で、同図 (a) は同平面図、

20

同図 (b) は同断面図、同図 (c) は同図 (a) の点線枠イで示す一部拡大図である。第 2 図は第 1 発明の他の実施例を示す超音波探触子の図で、同図 (a) は同平面図、同図 (b) は同断面図、同図 (c) は同図 (a) の点線枠ロで示す一部拡大図である。第 3 図は第 1 発明の他の実施例を示す超音波探触子の図で、同図 (a) は同平面図、同図 (b) は同断面図、同図 (c) は同図 (a) の点線枠ロで示す一部拡大図である。

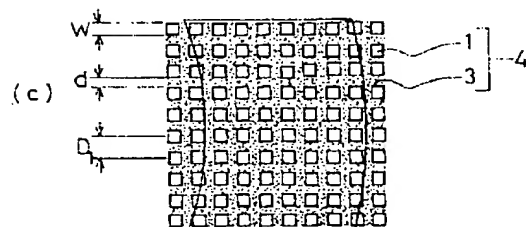
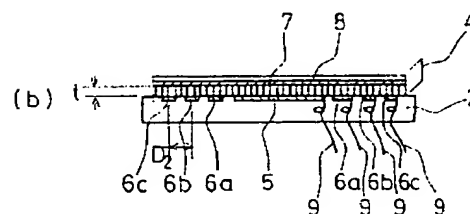
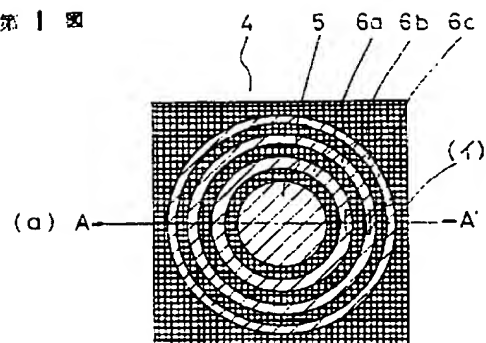
第 4 図 (a) ~ (j) は本発明の第 2 の発明の一実施例である超音波探触子の製造方法を説明する各工程における超音波探触子の図である。

第 5 図 (a) は従来の可変焦点型探触子の図、同図 (b) は同断面図、第 6 図は前記第 5 図の可変焦点型探触子の駆動方法を説明する図、第 7 図は従来の可変焦点型探触子の他の例を示す断面図、第 8 図 (a) は従来の可変焦点型探触子の更に他の例を示す平面図、同図 (b) は同断面図である。

1 … 圧電片、3 … 充填材、4 … 複合圧電板、5

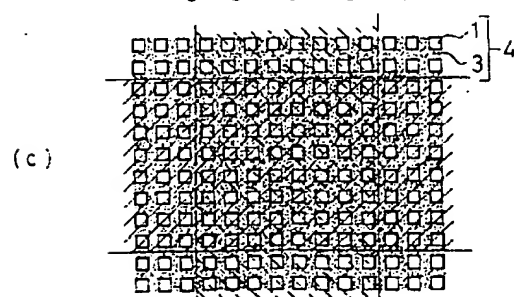
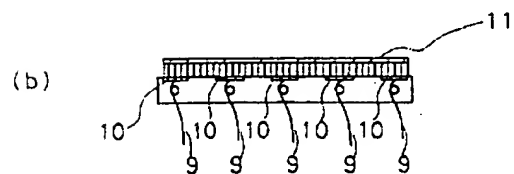
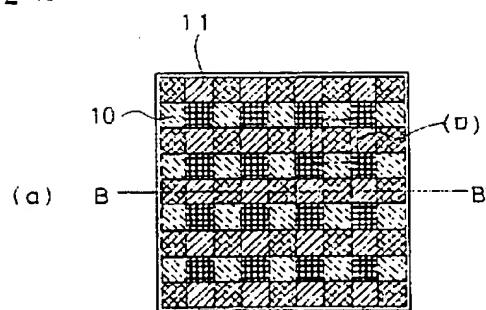
10—円形状電極、11—環状電極、12—全面電極、13—  
10、11—列状電極、12—分割複合板、14—基  
台、15—溝、16—接着剤。

第1圖

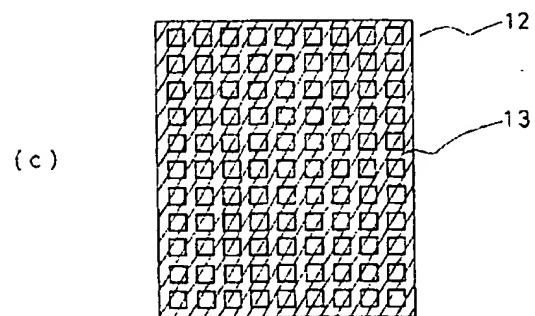
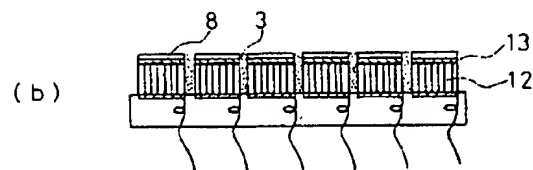
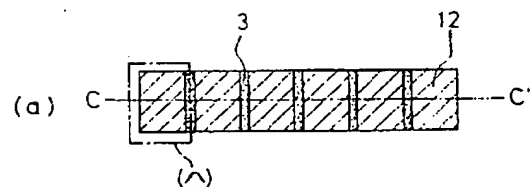


23

第2圖

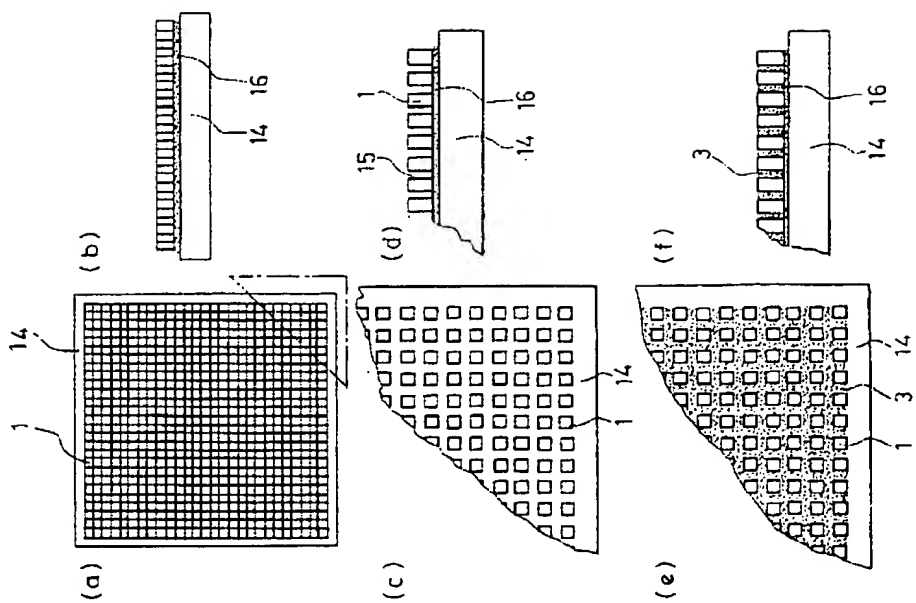


第3圖

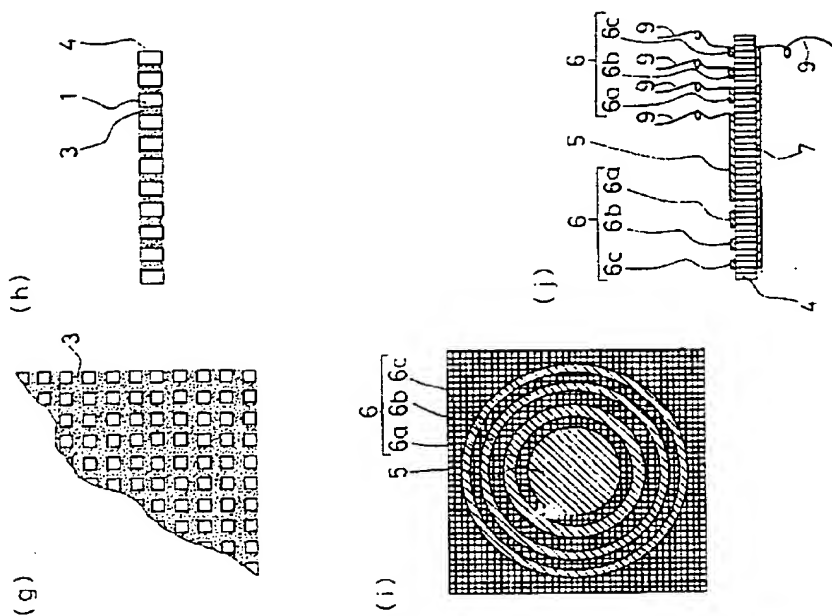




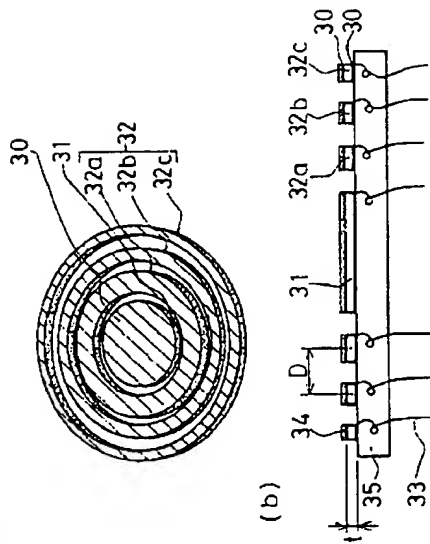
第4图



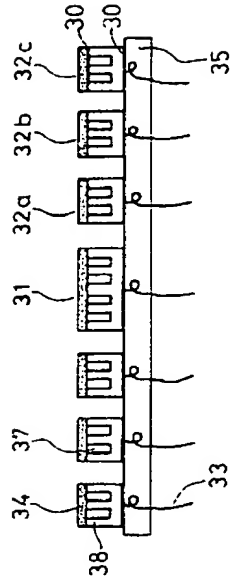
第4图



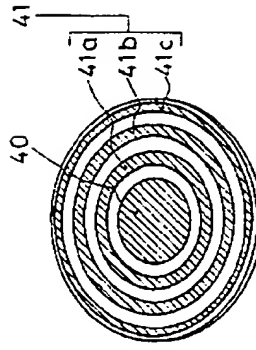
第 5 圖 (a)



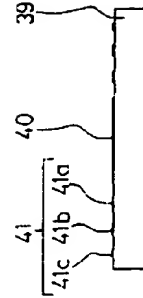
第 7 圖



第 8 圖 (a)



第 8 圖 (b)



第 6 圖

